



(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 069 356**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82105886.4

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: G 02 B 7/26

(22) Anmeldetag: 01.07.82

(30) Priorität: 03.07.81 DE 3126367

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
12.01.83 Patentblatt 83/2

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB

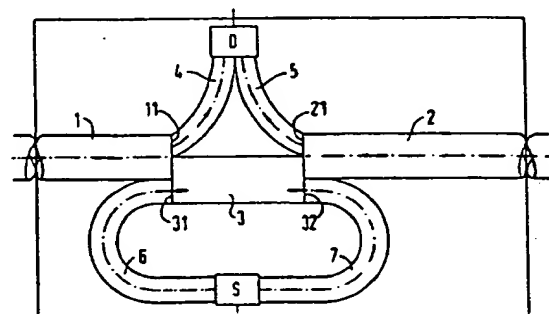
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin  
und München  
Postfach 22 02 61  
D-8000 München 22(DE)

(72) Erfinder: Witte, Hans-Hermann, Dr.rer.nat., Dipl.-Phys.  
Hippelstrasse 15  
D-8000 München 82(DE)

(54) Bidirektionaler Lichtwellenleiter-Verzweiger und Verfahren zu seiner Herstellung.

(57) Es wird ein bidirektionaler Lichtwellenleiter-Verzweiger beschrieben, bei dem zwei getrennte Hauptlichtwellenleiter durch ein seitlich versetztes Verbindungselement miteinander verbunden sind und bei dem an die Enden der Lichtwellenleiter und des Verzweigerelements Zweiglichtwellenleiter stoßgekoppelt sind, die zu einem Detektor führen oder von einem Sender kommen. Im Prinzip ist der Verzweiger nichts anderes als die Hintereinanderschaltung zweier Viertorkoppler. Es werden auch zweckmäßige Herstellungsverfahren für den Lichtwellenleiterverzweiger beschrieben, die darüber hinaus auch für die Herstellung von Sternkoppler-Strukturen geeignet sind.

FIG 2



EP 0 069 356 A2

SIEMENS AKTIENGESellschaft  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 81 P 7068 E

5 Bidirektionaler Lichtwellenleiter-Verzweiger und Ver-  
fahren zu seiner Herstellung.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen bidi-  
rektionalen Lichtwellenleiter-Verzweiger und auf Ver-  
fahren zu seiner Herstellung.

In optischen Datenbussen werden häufig Verzweiger be-  
nötigt, über die bidirektionaler Betrieb möglich ist.  
Bidirektionale arbeitende optische Systeme sind bisher  
dadurch realisiert worden, daß die Übertragungsstrecke  
aus Faserbündeln bestand. Jeder Verzweiger enthält  
dabei im Prinzip drei Mischzonen. Von diesen Zonen gehen  
Teil-Faserbündel aus, die das Licht zum oder vom Sender,  
Empfänger und Hauptkanal weiterleiten ( siehe dazu D.H.  
McMahon and R.L. Gravel: "Distributive Tee Couplers",  
Appl. Phys. Lett. 28 (1976) S. 396-398). Außer dem Nach-  
teil vieler Fasern sind Einfügeverluste sehr hoch  
( > 10 dB) und der Aufbau ist kompliziert.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin,  
einen bidirektionalen Verzweiger anzugeben, der einfach  
herzustellen ist, wesentlich geringere Einfügeverluste  
aufweist und für Einzelfaser-Systeme geeignet ist.

30 Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil  
des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfin-  
dungsgemäßen Verzweigers gehen aus den Unteransprüchen  
35 2 bis 10 hervor.

Vorteilhafte Verfahren zur Herstellung erfindungsgemäßer  
bidirektionaler Verzweiger gehen aus den Ansprüchen 11  
1.7.81/Ed 1 Sti

bis 17 hervor. Diese Verfahren sind aber nicht nur zur Herstellung von Verzweigern geeignet, sondern können generell zur Herstellung von Stern-Koppler-Strukturen angewendet werden, bei denen ein beispielsweise quaderförmiges Mischerelement die Verbindung zwischen den Eingangs- und Ausgangslichtwellenleitern herstellt.

Die Erfindung wird anhand der Figuren in der nun folgenden Beschreibung näher erläutert. Von den Figuren zeigen Fig. 1 in schematischer Darstellung die Funktionsweise eines bidirektionalen Verzweigers, und Fig. 2 in schematischer Darstellung eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen bidirektionalen Verzweigers.

In der Fig. 1 ist die Funktionsweise eines bidirektionalen Verzweigers schematisch dargestellt. Licht, das von links über einen Kanal K<sub>1</sub> an den Verzweiger V herangeführt wird, gelangt über einen Lichtweg 1'' teilweise zu einem Teilnehmer und über einen Lichtweg 1' teilweise zu einem Hauptkanal K<sub>2</sub>, in dem es fortgeführt wird. Entsprechend wird Licht, das von rechts über den Kanal K<sub>2</sub> herangeführt wird, aufgeteilt. Ein Teil dieses Lichts gelangt über einen Lichtweg 2'' zum Teilnehmer und der andere Teil gelangt über den Lichtweg 2' zum Kanal K<sub>1</sub>, in dem er fortgeführt wird. Licht, das von einem Teilnehmer kommt, der diesem Verzweiger zugeordnet ist, gelangt sowohl in den Kanal K<sub>1</sub> als auch in den Kanal K<sub>2</sub>.

In der Fig. 2 ist eine Realisierung eines derartigen bidirektionalen Verzweigers dargestellt. Er besteht aus zwei getrennten Hauptlichtwellenleitern 1 und 2, die durch ein dagegen seitlich versetztes Verbindungselement 3 miteinander verbunden sind. An die an das Verbindungselement 3 stoßenden aber seitlich überstehenden Enden 11 und 21 der Hauptlichtwellenleiter 1 und 2 sind zwei Lichtwellenleiter 4 und 5 stoßgekoppelt, die zu einem Empfänger D

-3- VPA 81 p 7068 E

führen, der einem Teilnehmer entspricht. An die an die  
Enden 11 und 21 der Hauptlichtwellenleiter 1 und 2  
stoßenden und seitlich Überstehenden Enden 31 und 32  
des Verzweigerelements sind ebenfalls Lichtwellen-  
5 leiter 6 und 7 stoßgekoppelt, die von einem Sender S  
kommen, der ebenfalls einem Teilnehmer entspricht.

Durch den Versatz des Verbindungselements 3 in Bezug  
auf die aus Glasfasern bestehenden Hauptlichtwellenlei-  
10 ter 1 und 2 koppeln die zum Detektor D führenden Glas-  
fasern 4 und 5 mit den Fasern 1 und 2. Über das Verbin-  
dungselement 3 wird durch die vom Sender S kommenden  
Glasfasern 6 und 7 Licht sowohl in die Faser 1 als  
auch in die Faser 2 gekoppelt. Als Sender kommen LED's  
15 als auch LD's infrage.

Zweckmäßigerweise werden die Durchmesser der zum Detek-  
tor D führenden bzw. vom Sender S kommenden Fasern  
kleiner gewählt als die Durchmesser der Hauptfasern  
20 1 und 2.

Das Verbindungselement, das aus einem transparenten  
verlustarmen Material bestehen soll, kann quaderförmig  
oder zylindrisch geformt sein. Um die Packungsdichte-  
25 verluste gering zu halten, sind die Dimensionen des  
Verbindungselements 3 denen der Faser anzupassen. Der  
Brechungsindex des Materials des Verbindungselements  
ist so zu wählen, daß alles Licht im Verbindungsele-  
ment 3 geführt wird.

30 Im Prinzip ist die in Figur 2 dargestellte Ausführungs-  
form nichts anderes als die Hintereinanderschaltung  
zweier Viertorkoppler. Aus diesem Grunde lassen sich  
alle Viertorkoppler zu einem bidirektionalen Bauele-  
35 ment erweitern. So kann der in Figur 1 dargestellte  
und durch die Ausführungsform nach Figur 2 realisierte  
bidirektionale Verzweiger auch durch die Hintereinan-

derschaltung zweier Viertorkoppler, die nach dem Prinzip des Faserachs-Versatzes oder nach dem Prinzip der teildurchlässigen Spiegel oder nach dem Taper-Prinzip realisiert wird, realisiert werden. Ein Unterschied des gemäß Figur 2 realisierten Versatz-Verzweigers zu den Verzweigern, die über das Fasertaper-Prinzip oder das Prinzip der teildurchlässigen Spiegel realisiert werden, besteht darin, daß bei Versatz-Verzweigern das vom Sender S kommende Licht nicht auch von den zum Detektor D dieses Elements führenden Fasern empfangen wird.

Der in Figur 2 dargestellte Versatz-Verzweiger läßt sich folgendermaßen realisieren:

Über die Maskentechnik werden in einem Schritt über beispielsweise das Vorzugsätzen in Silizium sowohl die Führungsnuten für die Aufnahme der Fasern als auch eine Vertiefung für die Aufnahme des Verbindungselements hergestellt.

Das Verbindungselement 3 geeigneter Form und Qualität wird in die entsprechende Aussparung gelegt und mit den ebenfalls in ihren Gräben eingelegten Fasern durch einen geeigneten Kleber verklebt. Es braucht dabei die Qualität der Stirnflächen der Fasern nicht besonders gut zu sein, weil ein geeigneter Kleber immer wie eine Immersion wirkt.

Das Verbindungselement kann auch durch Auffüllen der Vertiefung mit geeignetem Kleber hergestellt werden, wobei durch den Andruck über einen Deckel möglichst wenig Kleber über den Rand der Vertiefung gelangen soll. Zweckmäßigerweise wird die Siliziumoberfläche der Vertiefung vorher durch thermische Oxidation in Siliziumdioxid verwandelt, um eine verlustärmere Wellenführung zu gewährleisten.

- Diese Technologie läßt sich auch zur Herstellung von Stern-Koppler-Strukturen verwenden, bei denen ein quaderförmiges Mischerelement die Verbindung zwischen den Eingangs- und Ausgangsfasern herstellt. Je mehr
- 5 Fasern vorhanden sind, um so geringer wirken sich dabei die Schwankungen der Faserdurchmesser auf die Einfügeverluste aus.

18 Patentansprüche

2 Figuren

Patentansprüche

1. Bidirektionaler Lichtwellenleiterverzweiger, g e -  
k e n n z e i c h n e t durch die Hintereinander-  
schaltung zweier optischer Viertorkoppler.
- 5 2. Verzweiger nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß zwei getrennte Haupt-  
lichtwellenleiter (1, 2) durch ein dagegen seitlich  
versetztes Verbindungselement (3) miteinander ver-  
bunden sind, daß an die das Verbindungselement (3)  
10 stoßenden, aber seitlich überstehenden Enden (11, 21)  
der Hauptlichtwellenleiter (1, 2) Zweiglichtwellen-  
leiter (4, 5) stoßgekoppelt sind, die zu einem Emp-  
fänger (D) führen oder von einem Sender kommen, und  
daß an die an die Enden (11, 21) der Hauptlichtwellen-  
15 leiter (1, 2) stoßenden und seitlich überstehenden  
Enden (31, 32) des Verzweigerelements (3) Zweiglicht-  
wellenleiter (6, 7) stoßgekoppelt sind, die von einem  
Sender (S) kommen oder zu einem Empfänger (D) führen.
- 20 3. Verzweiger nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Durchmesser eines  
Zweiglichtwellenleiters (4, 5, 6, 7) kleiner ist als  
der Durchmesser eines Hauptlichtwellenleiters (1, 2).
- 25 4. Verzweiger nach Anspruch 2 oder 3, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Verbindungs-  
element (3) zylinderförmig ausgebildet ist.
5. Verzweiger nach Anspruch 4, d a d u r c h g e -  
30 k e n n z e i c h n e t , daß das Verbindungselement  
(3) kreiszyklindrisch oder quaderförmig ausgebildet  
ist.
6. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

das Verbindungselement (3) aus einem transparenten, verlustarmen Material besteht.

7. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 6,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
zur Vermeidung von Packungsdichteverlusten die Dimensionen des Verbindungselements (3) dienende Lichtwellenleiter (1, 2, 4, 5, 6, 7) angepaßt sind.
- 10 8. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
der Brechungsindex des Materials des Verbindungselementes (3) so gewählt ist, daß alles Licht in dem Verbindungselement geführt wird.
- 15 9. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die Lichtwellenleiter (1, 2, 4, 5, 6, 7) aus Glasfasern bestehen.
- 20 10. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 9,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
ein Empfänger (D) aus einem lichtempfindlichen Detektor besteht.
- 25 11. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
ein Sender (S) aus einer lichtimitierenden Diode (LED) oder aus einer Laserdiode (LD) besteht.
- 30 12. Verfahren zur Herstellung eines Verzweigers  
nach einem der Ansprüche 2 bis 11 oder eines  
Sternkopplers, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß mittels einer Maskentechnik  
35 in einem Schritt Führungsnuten für die Aufnahme  
der Lichtwellenleiter als auch eine Vertiefung  
für die Aufnahme des Verbindungselements herge-



stellt werden, daß in die Führungsnuten Lichtwellenleiter eingelegt und mit einem in die Vertiefung eingebrachten Verbindungselement verbunden werden.

5 13. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das eine geeignete  
Form und Qualität aufweisende Verbindungselement  
in die Vertiefung gelegt und mit den in die Füh-  
rungsnuten eingelegten Lichtwellenleitern verklebt  
10 wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Kleber so gewählt  
wird, daß er wie eine Immersion wirkt.

15 15. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Verbindungselement  
durch Auffüllen der Vertiefung mit einem Kleber herge-  
stellt wird.

20 16. Verfahren nach Anspruch 15, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die mit Kleber aufge-  
füllte Vertiefung mit einem Deckkörper abgedeckt  
wird.

25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die Führungsnuten für die Lichtwellenleiter und die  
Vertiefung für das Verbindungselement mittels  
30 Vorzugsätzen (anisotropes Ätzen) in Silizium er-  
zeugt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16 und Anspruch 17,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
35 die Siliziumoberfläche in der Vertiefung vor dem  
Einbringen des Klebers durch thermische Oxidation in  
 $\text{SiO}_2$  verwandelt wird.

1/1

FIG 1

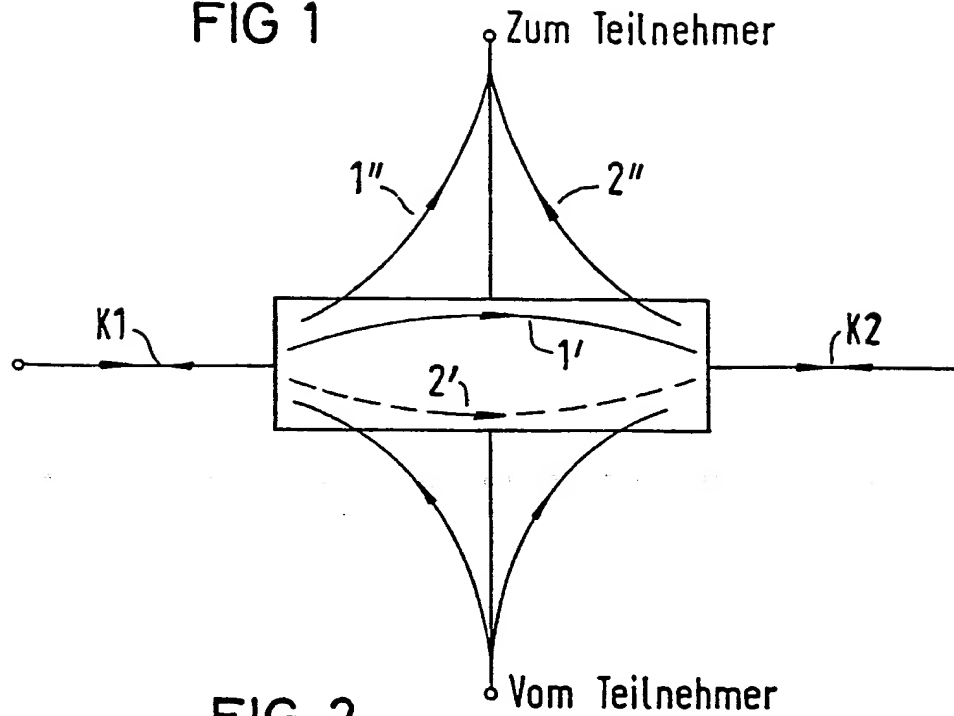
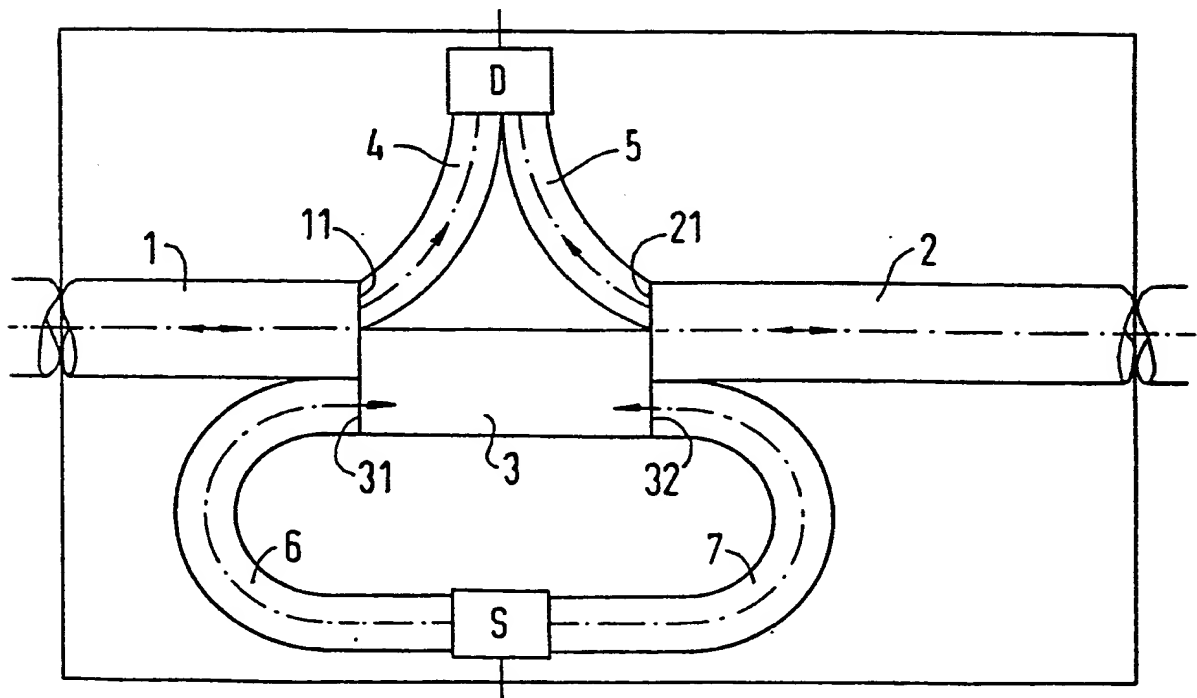


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0069356  
Nummer der Anmeldung

EP 82 10 5886

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. <sup>1</sup> )
X	--- US-A-4 142 877 (F. AURACHER et al.) * Zusammenfassung; Spalte 2, Zeilen 9-26; Spalte 4, Zeilen 9-17, 22-68; Spalte 5, Zeile 14 - Spalte 6, Zeile 18; Abbildung 6 * & DE - A - 2 609 143	1,3,5- 9,12	G 02 B 7/26
X	--- US-A-3 933 410 (A.F. MILTON) * Spalte 1, Zeile 64 - Spalte 2, Zeile 12; Spalte 2, Zeilen 29-36; Abbildung 5 *	1,13	
X	--- US-A-4 198 118 (D.R. PORTER) * Spalte 4, Zeilen 6-23; Abbildung 3 *	1	
A	--- DEUXIEME COLLOQUE EUROPEEN SUR LES TRANSMISSIONS PAR FIBRES OPTIQUES, Session XIII: Systems courte distance, 27.-30. September 1976, Seiten 421-427, Paris, FR. D.R. PORTER et al.: "Système de répartition de données à config- uration hybride par fibres optiques" * Seite 423, linke Spalte, Zeile 43 - Seite 424, linke Spalte, Zeile 3; Abbildung 2 *  --- -/-	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. <sup>2</sup> )  G 02 B 7/26 H 04 B 9/00 G 02 B 5/14 G 02 B 5/16
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-11-1982	Prüfer BEAVEN G.L.

PA Form 1503 03/82

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN  
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer  
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  
A : technologischer Hintergrund  
O : nichtschriftliche Offenbarung  
P : Zwischenliteratur  
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder  
nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein-  
stimmendes Dokument

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		Seite 2	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
A	US-A-3 883 222 (L.C. GRUNDERSON) * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 17; Spalte 3, Zeilen 35-61; Abbildung 2 *	1, 4, 14, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 7)
A	--- US-A-3 936 141 (A. FENNER MILTON) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1, 2	
A	--- DE-A-2 942 318 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS GmbH) * Abbildungen 2, 6 *	1, 2	
A	--- I.E.E.E. JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, Band QE-16, Nr. 2, Februar 1980, Seiten 165-169, New York, USA YOHJI FUJII et al.: "Optical demultiplexer using a silicon echelette grating" * Seite 165, linke Spalte, Zeile 27 - rechte Spalte, Zeile 6; Abbildung 1 *	12, 17	
A	--- US-A-3 936 142 (R. KERSTEN) * Spalte 2, Zeilen 31-34; Spalte 3, Zeilen 40-44; Spalte 4, Zeilen 7-16; Abbildungen 1, 3, 5 * & DE - A - 2 340 019 --- -/-	12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-11-1982	Prüfer BEAVEN G.L.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>G : nichtschrittliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>3 : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

### **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**